

# バイオ戦略の策定に向けた整理・検討（素案）

## 1 . 世界の情勢、日本の立ち位置（強み）

- ・技術開発の潮流
- ・バイオ産業の振興に向けた政策、研究環境
- ・各産業（農業、工業、健康（食/医療）別の状況

JST・CRDS俯瞰報告書等をもとに整理


## 2 . バイオ産業における競争力を左右する鍵

## 3 . ベンチマークの対象

## 4 . 達成目標（年限）

## 5 . 達成への道筋及び具体的施策

## 6 . 評価のためモニターする指標（数値目標）

区分	世界の情勢、日本の立ち位置（強み）
<p>技術開発の潮流 (ライフサイエンス・臨床医学分野)</p> <p>( JST研究開発戦略センターの分析・戦略 )</p>	<p><b>技術革新の潮流</b>                      ライフサイエンス・臨床医学分野の近年の注目すべき技術を、 精緻化・先鋭化、 多様化・複雑化、 統合化・システム化に整理。これらの革新的技術によって、 様々な事象の高精度な記述にとどまらず、「予測」が可能に</p> <p>精緻化・先鋭化(生命を時間的・空間的に極めて精緻に観察、操作する技術)                      ゲノム編集技術、クライオ電子顕微鏡技術 等                      多様化・複雑化(モデル生物のみならず、様々な生物種への適用可能な技術や、分子～個体複雑系の解析を可能とする技術)                      ヒト in vitro 実験技術(オルガノイド技術、臓器チップ技術)、微生物叢(マイクロバイーム)解析技術 等                      統合化・システム化(ビッグデータを統合・解析し、様々な事象の対象を個別化し、予測する技術)                      マルチモダリティ解析技術、ビッグデータ解析技術(AI含む) 等</p> <p><b>国内外の動向</b>                      米国は、 精緻化・先鋭化、 多様化・複雑化、 統合化・システム化の技術すべてに強み。日欧中が米国に追従。                      日本は、 、 において米国をリードする技術分野もあるものの、 はビッグデータ解析技術全般で米国に遅れ</p> <p>のゲノム編集技術(CRISPR/Cas9等)は米国が先行しているが、日本にも有望なシーズ(例:PPR)。海外基本特許とのクロスライセンスが狙える周辺技術にも優れた成果(植物遺伝子に外来遺伝子(はさみ遺伝子)を組み込ますにゲノム編集する技術、CRISPR/Cas9と組合わせたデアミナーゼによる塩基置換(C→T)技術、ガイドRNA設計の自由度を大幅に高める技術)                      また、長鎖DNA合成技術は日本に有望なシーズ。合成生物学やシステムバイオロジーでも日本は多くの実績</p> <p><b>これらからの方向性</b>                      精緻かつ膨大な実験データの取得、ビッグデータ解析、実験系における検証の一連のサイクルの構築、加速を通じた、高精度な理解と予測                      予測に応じた、適切な介入による事象の解明                      推進にあたっての研究基盤整備(設備/情報/人材/規制)</p> <div style="border: 1px solid green; padding: 5px; display: inline-block; margin-top: 10px;">  <p>ビッグデータの取得・解析を核にした「データ駆動型」の研究開発が競争力を高める鍵</p> </div>

区分	世界の情勢、日本の立ち位置(国際比較)
<p>バイオ産業の振興に向けた研究開発（政策的な動向）</p>	<p>OECDは、<b>バイオテクノロジーが経済に大きく貢献</b>できる市場(産業群)としてバイオエコノミーの概念を提唱(2009年)。世界（OECD加盟国）のバイオ産業市場は2030年に<b>全GDPの2.7%（約1.6兆ドル）に拡大と予測</b>（「The Bioeconomy to 2030」）</p> <p>同予測において、2003年のバイオ産業への研究開発投資はおよそ9割が健康・医療分野であったものが、2030年では<b>農業、工業分野の投資に大きくシフト</b>(2030年の世界バイオ市場シェア:工業(39%)、農業(36%)、健康(25%))</p> <p>OECDのレポートを受け、<b>欧米はバイオテクノロジーをイノベーションの重要領域と捉え、バイオエコノミーの概念を導入したバイオテクノロジーによる産業振興と課題解決を推進する新たな戦略を策定</b>。 ファンディングや規制誘導の手法により研究開発・産業利用を強力に推進</p> <div style="border: 1px dashed black; padding: 10px;"> <p><b>米国</b> National Bioeconomy Blueprint (2012) Federal Activities Report on the Bioeconomy (2016)</p> <p>〔 2030年に向け、10億トンのバイオマスを用い、化石由来燃料の25%を代替、2300万トンのバイオ由来製品と450億kwhの電力供給を目指すとして、170万人の雇用と2000億ドルの市場の創出等を明示 この他、先進製造技術に関する国家戦略「先進製造パートナシップ（AMP）（2014年改定）を策定。この中で合成生物学を中心とした製造技術の開発・実用化を推進 ライフ・臨床分野では他国を圧倒する巨額の投資（例：NIHの大型プロジェクト「Precision Medicine Initiative）」〕</p> <p><b>欧州</b> Innovation for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe (2012)</p> <p>〔 7年間で5,180億円を投資し、2030年までに石油由来製品の30%を生物由来に置換、EUにおける輸送燃料の約25%を生物由来に置換 また、EUの資金助成プログラムHorison2020において、個別化医療、脳関連科学等に係るプロジェクトが進行〕</p> <p><b>中国</b> バイオ分野に特化した戦略はないが、「科学技術イノベーション2030」の一環でライフ臨床分野では「脳科学と類脳研究」、「育種技術」、「環境保全技術」、「健康福祉技術」を推進。精密医療に関連する取組もみられる</p> </div> <p>日本においてバイオテクノロジー分野の政府の戦略は、直近では2008年に策定されたが、その後改定はなし。</p> <p>〔 バイオテクノロジーの産業利用(出口産業)のうち、バイオマスは「バイオマス活用推進計画」、「バイオマス事業化戦略」を策定。 健康・医療の分野は「健康・医療戦略」、「医療分野研究開発推進計画」が策定。医療については、AMEDが発足し、再生医療、がん、感染症、脳、ゲノム、医薬品、医療機器など9の重点プロジェクトを推進〕</p>

区分	世界の情勢、日本の立ち位置(強み)
<p>バイオ産業の振興に向けた研究開発の環境</p>	<p>生物資源：ライフサイエンス等の分野の研究に必要な生物資源(実験用動植物個体、細胞、遺伝子、微生物、微生物が産生する天然化合物、植物遺伝資源)の蓄積で、日本は世界トップ水準</p> <p>データベース：ライフサイエンス等の分野の研究に必要なデータの蓄積、DBの整備に関し、日本は世界に類を見ないDB(微生物遺伝子機能検索DB、イネアノテーションDB)、世界最大のDB(ヒト遺伝子・タンパク質発現リソース、生命動態の定量情報)を整備。他方、産業利用を強く意識したDBの整備は米国等海外が先行との指摘</p> <p>研究人材：ライフサイエンス等の分野の研究人材に関し、世界の潮流になりつつあるデータ駆動型の研究開発に必要なデータ科学等の異分野融合人材の育成、産業界等への橋渡しの取組は欧米が先行 (例：英国 BBSRCでの合成生物学における人材育成の取組、米国 Insight Health Data Fellow Program)</p> <p>拠点整備：ライフサイエンス等の分野の研究拠点に関し、実用化段階の技術開発までサポートする産学連携研究拠点の整備は欧米、中国が先行 (例：オランダ BIOPROCESS PILOT FACILITY、米国 AGILE BIOFOUNDRY、中国 中国科学院天津工業生物研究所)</p> <p>バイオベンチャー：イノベーションの担い手であるバイオベンチャーに関し、人材の育成・確保、事業が安定するまでの間の資金調達、ベンチャーへの民間投資の環境整備等は欧米が先行 (例：英国 SynbiCITEの取組)</p>
<p>各産業の状況</p> <p>農業 (品種改良等)</p>	<p>欧米はコスト重視。日本は糖度や見た目等の品質の高さ(種苗・栽培技術)が強み。品種の能力を引き出す生産技術とあわせて世界で高い評価</p> <p>種苗に関し、海外は大手種苗会社が資本力・研究開発力を強化。日本は主に公的機関が研究開発。民間能力の活用が課題</p> <p>画期的な品種開発に必要な植物遺伝資源の蓄積では日本は世界トップ水準。(農研機構は世界第5位の植物遺伝資源や豊富な育種素材を保有)。</p> <p>日本は国際イネゲノム塩基配列プロジェクトをリード。他方、近年、中国が植物ゲノム解析を大規模に行い、大量の情報を蓄積</p> <p>「データ駆動型」の育種技術の開発は、海外の大手企業が先行(バイオインフォマティクス、農業IT企業との提携や買収の動き)</p> <p>ゲノム編集作物の開発は海外の大手企業が先行(デュポン等は、ゲノム編集技術(CRISPR/Cas9)の特許権者・実施権者と提携、ゲノム編集農作物(コーン等)を開発中)。日本も現在はゲノム編集作物の開発が急速に進展。トマト等で世界初のゲノム編集作物の実用化の可能性も視野</p> <p>他方、ゲノム編集作物に対する規制等は、多くの国が現行法との関係を整理中。日本も同様。</p> <p>なお、日本は政府のプロジェクト(SIP)でゲノム編集作物に外来遺伝子が存在しないことを証明する手法を開発中</p> <p>米国等では遺伝子組換え作物(コーン、大豆、ワタ、ナタネ等)を商業栽培。日本は依然として消費者の不安感があり、商業栽培はバラを除きなし</p> <p>海外は農業の持続性が損なわれる懸念等から微生物の農業応用への研究を加速する中、日本はグリーンバイオ関連基礎科学(微生物学、植物科学、生態学などの分野全体の知識基盤)に強み</p>

区分		世界の情勢、日本の強み
工業	生物機能利用	<p>微生物等の機能を利用した革新的な基盤技術、素材の開発・産業利用は全体的に欧米が先行。また、米国はイノベーションへの期待が高い、「データ駆動型」の合成生物学等のバイオベンチャーに多額の投資。他方、日本はゲノム合成に必要な長鎖DNA合成技術のシーズを保有</p> <p>微生物等を利用した化学品の実用規模での実証プラントの整備は欧州、中国が先行</p> <p>日本は有用化合物を産生する微生物の利用技術（微生物の培養・分離、微生物機能解析ツール、実用規模での発酵プロセス制御）が強み。また、微生物及び微生物が産生する天然化合物の蓄積で日本は世界トップ水準</p> <p>タンパク質の合成能力等に優れたカイコの利用技術は日本が先行（日本独自）</p>
	バイオマス活用	<p>技術開発・実証事業等への大型資金の投入、バイオマス由来製品の利用を促進する制度の導入は欧米が先行。中国は、特許出願、論文数は世界トップレベル。ただし、特許は自国内向け出願が多く、現状では中国のグローバルでの存在感は高くない</p> <p>日本はセルロース、リグニンの利用技術、高機能素材の開発に強み（日本企業が特許出願数の上位）。高機能素材を利用する自動車等の出口産業も充実。</p> <p>他方、日本では様々なバイオマス資源が地域に広く、薄く存在し、利用に当たっての経済性確保が課題</p> <p>藻類バイオマスの利用技術は米国が先行しているが、日本においても藻類の培養・利用（燃料・化学品）技術の開発が進展</p>
健康	食	<p>機能性農林水産物・食品の開発は日米欧ともに高い水準。中国も保健食品等の開発・上市が急速に進んでいる。</p> <p>日本は世界に先駆け食品の機能性表示制度を導入。日本は世界で唯一、生鮮食品も表示対象。ただし、機能性表示食品のうち生鮮食品は4品目（2018年1月末時点）。また、特定保健用食品で疾病リスク低減表示ができるのは2成分のみ</p> <p>食による健康維持・増進効果に関する科学的エビデンスの蓄積は欧州（地中海食）が先行</p> <p>他方、健康・長寿は世界に誇る日本の強み。海外で日本食はヘルシーとのイメージが定着。日本食の優れた健康維持・増進効果に関するエビデンスの蓄積により日本食、日本産食品の市場拡大に寄与できる可能性</p>
	医療	<p>生命・健康・疾患科学</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・多くの分野（生体分子、生体機能、脳・神経、生活習慣病、精神・神経疾患、免疫系疾患）で日本の基礎研究は世界トップ水準</li> <li>・マイクロバイオームの分野も一部に特筆すべき成果。感染症の分野も病原体に対する自然免疫の研究では世界をリード</li> </ul> <p>創薬基盤技術、医薬品</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ゲノム解析・オミクス解析、生体再現技術（オルガノイド）、構造解析技術（WET）、核酸医薬の分野で日本の基礎研究は世界トップ水準</li> <li>・バイオ医薬品の開発・市場投入は米国が先行。世界の売上げ上位の医薬品の大半をバイオ医薬品が占める中で日本は医薬品輸入超過が2.3兆円（2016年）</li> <li>・再生医療の製品開発は米国が先行。他方、日本の再生医療分野における競争力は国際的に見て高い水準にあると考えられている。</li> <li>日本は、国内の審査体制が整備されたことにより、今後、再生医療製品の承認取得が進むことが期待</li> <li>・遺伝子治療は欧米、中国が先行</li> </ul> <p>健康・医療分野のデータ科学</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・予防・個別化医療の分野で日本の基礎研究は世界トップ水準。</li> <li>・健康・医療・介護情報の分野は欧米が先行。日本は現在、健康・医療戦略に基づくオールジャパンでの医療等データ利活用基盤構築・ICT利活用推進に関する施策を推進</li> </ul>

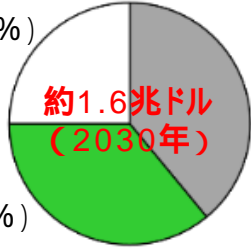
## 2. バイオ産業における競争力を左右する鍵

分野	競争力を左右する鍵
<p>各産業共通 基本技術 研究環境</p>	<p>基本(基盤)技術:「データ駆動型」の研究開発を進めるために必要な、基本(基盤)技術の開発</p> <p>&lt; バイオとデジタルの融合 &gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・生物関連のビッグデータの構築・解析技術の開発</li> <li>(例) 植物・微生物等のマルチオミクス情報、バイオで作る各種モノマーと物性データ、創薬等で活用するヒト・動物関連データ</li> <li>・微生物 - 宿主共生系の総合的な理解と活用</li> <li>・AIを活用し、目的化合物をより高速にバイオ合成する手法の体系化</li> <li>・イメージング技術及びAI技術を活用した画像ビッグデータ処理・活用技術 等</li> </ul> <p>&lt; ゲノム編集、ゲノム合成技術の高度化 &gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・海外特許に抵触しない国産のゲノム編集技術や海外特許とのクロスライセンスが狙える周辺技術の開発・知財化</li> <li>・DNA及びRNAのより高度な制御(エピゲノム編集、RNA編集等)</li> <li>・長鎖DNA合成技術の高度化、低コスト化、無細胞系での発現 等</li> </ul> <p>&lt; その他 &gt; 器官再生技術の確立、日本人の健康長寿メカニズム、バイオマス 等</p> <p>基礎生命科学の研究力:研究資源・研究開発機会へのアクセス効率の更なる向上 (国際・学際研究対応、大型共用施設・DB、バイオリソース等の充実)</p> <p>オープンイノベーション:府省、産学連携による、基礎から実用化の段階までを対象とした研究開発プロジェクトの推進、マネジメントの強化 国研や大学、企業間のデータ協調によるオープンイノベーションを推進するためのルールづくり</p> <p>研究拠点:バイオとデータ科学等の異分野との融合、基礎から実用化までを対象とした、産学の連携研究拠点の整備</p> <p>生物資源、DB:研究者向けに加え、産業界のニーズに対応した生物資源、データの収集・整備・提供</p> <p>人材育成:産業界とアカデミア(大学、国研)の連携による、データ科学等異分野融合人材の育成、産業界等への橋渡し</p> <p>バイオベンチャー:企業の成長段階に応じた切れ目ない資金調達環境整備(VC等とのマッチングや投資判断に必要な情報提供の充実) 経営人材等に関する支援</p>
<p>農業 (品種改良 等)</p>	<p>技術開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・日本の強み(豊富な植物遺伝資源、高品質を生み出す育種技術、イネゲノム解析)を活かした、「データ駆動型」の育種技術の開発</li> <li>・グリーンバイオ関連科学における日本の強みを活かした、植物 - 微生物共生系の解明による新たな農業資材等の開発</li> <li>・「デジタル統合アグリバイオ」技術(IoAT)による超スマート生産技術の開発</li> <li>・複数の品目でのゲノム編集の実用化や複数遺伝子のゲノム編集</li> <li>・DNAマーカーの探索・開発</li> </ul> <p>社会実装</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ゲノム編集作物に対するカルタヘナ法、食品衛生法における取扱いの早期の明確化</li> <li>・ゲノム編集作物等に対する国民の理解の促進</li> </ul>

## 2. バイオ産業における競争力を左右する鍵

分野		競争力を左右する鍵
工業	生物機能利用	<p>技術開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>日本の強み(豊富な微生物資源、代謝工学等の基本技術、微生物の利用技術)を活かした「データ駆動型」の有用化合物等の生産技術の開発</li> <li>日本が強みを有する、微生物、昆虫、植物等の生物機能による物質生産技術を駆使した有用物質(医薬品原料を含む)生産技術の開発</li> </ul> <p>社会実装:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>遺伝子組換え生物の産業利用に係る各種手続きの合理化等</li> <li>生産物質(素材)の有用性の見える化</li> </ul>
	バイオマス活用	<p>技術開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>日本が強み(セルロース、リグニンの利用技術)を活かし、バイオマスから高付加価値な素材を低コストで<b>安定的に</b>製造する技術の開発</li> <li>成分利用しやすいバイオマスを生成する植物の育種、バイオマスの変換プロセスに適した新規酵素の探索</li> <li>ごみ焼却施設や下水処理施設等における未利用バイオマスの有効活用</li> <li>日本が強みを有する藻類の培養・利用技術を活かした、エネルギー・化学品生産技術の高度化、低コスト化 等</li> </ul> <p>社会実装:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>製品の環境性能の見える化、公共調達での利用促進</li> </ul>
健康	食	<p>技術開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>世界で唯一、生鮮食品の機能性表示制度を有する日本発の、多様でバラツキのある成分を有する農林水産物・食品の健康維持・増進効果を評価する技術の確立(農林水産物向けのヒト介入試験プロトコルの確立、軽度の体調変化の計測技術の開発を含む)</li> <li>個人の健康状態・生活習慣に応じて、健康の維持・増進を図るための食生活をデザインするシステムの開発</li> <li>マイクロバイオームを利用して健康増進を図る食品の開発</li> </ul> <p>社会実装</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>機能性食品表示制度の改革(病者要件の緩和、生鮮食品での条件緩和、機能性成分の効果の更なる見える化等)、海外市場向けに機能性表示の規格化・国際標準化</li> </ul>
	医療	<p>技術開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>基礎研究における日本の強みを活かした、新技術・新サービスの創出、新たな事業化・活動の創出(健康・医療戦略に基づく取組)(医薬品、医療機器、医療技術、再生医療、ゲノム医療、がん、精神・神経疾患、感染症、難病)</li> </ul> <p>社会実装</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>データを活用した早期診断技術の医療用途での早期実用化、検診への早期導入の推進</li> </ul>

### 3 . ベンチマークの対象

<p>ベンチマークとその考え方</p>	<p>ベンチマーク 世界(OECD加盟国)のバイオエコノミー市場</p> <p>考え方 ・OECDはバイオテクノロジーが経済に大きく貢献できる市場(産業群)としてバイオエコノミーの概念を提唱。世界(OECD加盟国)のバイオエコノミー市場は2030年に全GDPの2.7%(約1.6兆ドル)に拡大すると予測している。</p> <p>・今回策定するバイオ戦略は、バイオテクノロジーによるイノベーション促進を通じた我が国バイオエコノミー(バイオ産業)の市場拡大を目指している。</p> <p>・OECDのレポートや同レポートを受けた欧米の戦略等を参考に、バイオエコノミー市場規模に着目することが適切</p>	<p>世界バイオエコノミー市場 (GDP)</p> <p>OECDの予測</p>  <p>健康(25%) 工業(39%) 農業(36%)</p> <p>約1.6兆ドル (2030年)</p>
---------------------	---	--

### 4 . 達成目標(年限)

<p>達成目標とその考え方</p>	<p>達成目標(年限) 日本のバイオエコノミーの市場規模 【数値は検討中】 (2030年)</p> <p>1) OECDの報告書(2009年)によれば、2030年のOECD加盟国のバイオエコノミー市場規模は加盟国全GDPの2.7%(約1.6兆ドル、約175兆円)と予測されている。これを我が国のGDP比率10%相当をあてはめると17.5兆円</p> <p>2) 日本バイオ産業人会議(JABEX)は、2030年の我が国のバイオエコノミー市場を約40兆円と想定(GDP約20兆円、雇用創出80万人)(2016年3月発表)</p> <p>3) 日本の強みを最大にいかす積極的な取組を行った場合のシナリオに基づき、2030年の我が国のバイオエコノミーの市場規模を57.5兆円と試算(NEDO調査(2016年)を元に経済産業省で試算)。</p>
-------------------	--

### 5 . 達成への道筋及び具体的施策

添付のロジックチャート参照



## 6. 評価のためのモニターする指標

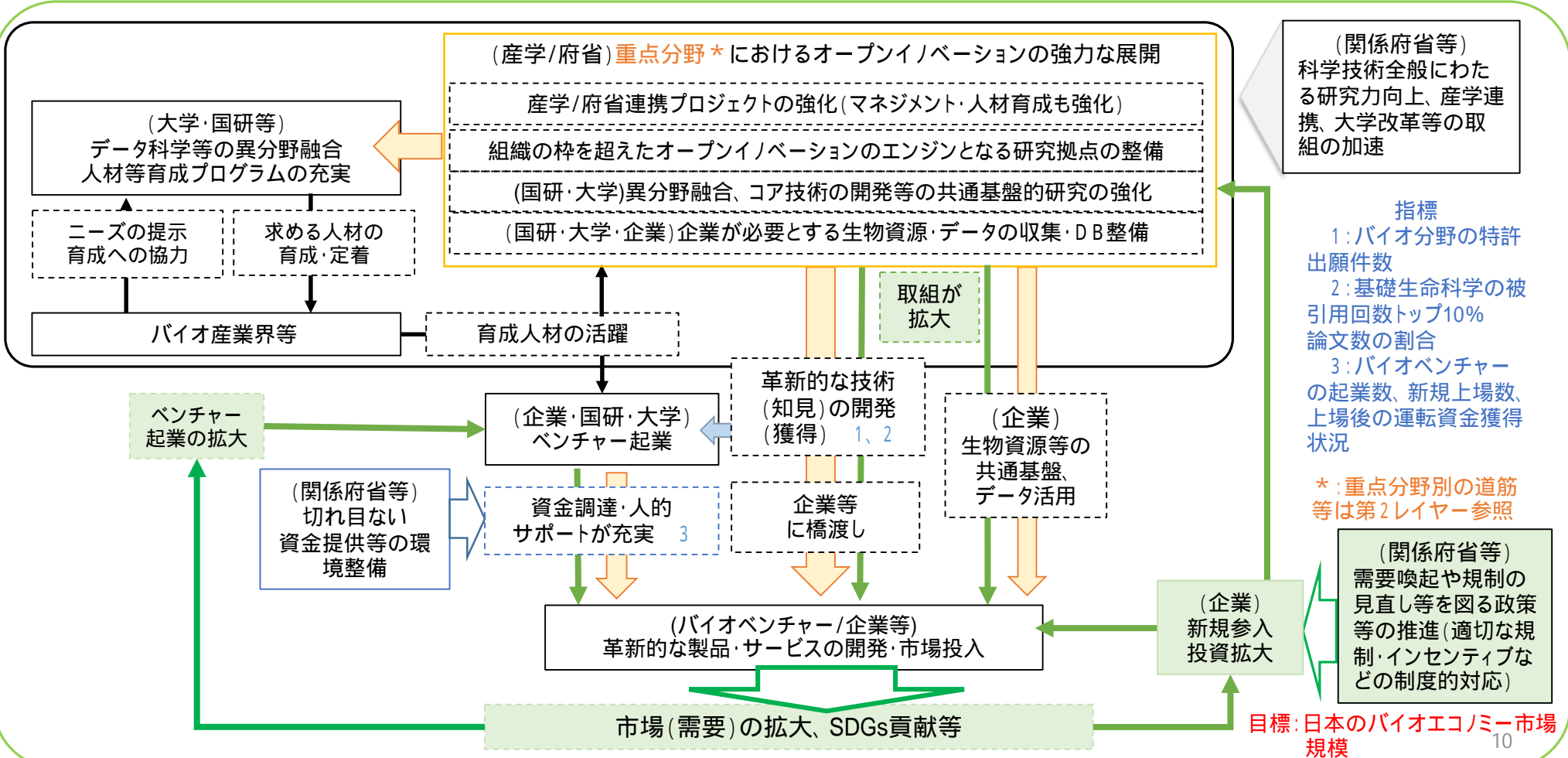
目標達成に関わり、また、進捗状況を対外的に発信することが適切と考えられる以下の項目をモニター（一部は数値目標を設定）することを検討

区分	評価のためのモニターする指標(検討案)(指標の一部は数値目標設定も検討)
研究力 技術開発力	<p>基礎生命科学の被引用回数トップ10%論文数の割合（参考:全分野の目標 2020年10%、第5期科技基本計画）</p> <p>ライフサイエンス、バイオテクノロジーの分野(ゲノム編集、ゲノム合成等)の特許出願件数</p>
研究環境 の整備	<p>バイオテクノロジー、ライフサイエンス分野における産学連携の研究開発プロジェクト等の実施状況(件数・金額)</p> <p>国研等における生物資源(バイオリソース)の活用状況</p> <p>ライフサイエンス、バイオテクノロジー分野における産学連携の研究拠点の整備状況</p> <p>バイオベンチャー企業の起業数、新規上場数、上場後の資金調達状況 (参考:研究開発型ベンチャー企業の新規上場数を2倍、第5期科技基本計画)</p>
各産業	<p>農業:我が国民間企業による品種開発件数、上市されたゲノム編集農作物品種の数</p> <p>工業(生物機能利用):スマートセルの技術により上市された素材・製品の件数</p> <p>工業(バイオマス活用):上市されたバイオマス由来素材・製品の件数</p> <p>健康:日本食の健康・維持増進効果に関する科学的エビデンス(論文数)          機能性表示された生鮮食品の種類          上市された機能性食品の件数          健康医療戦略の関連するKPI(国民の健康寿命、再生医療に係るKPI等)</p>

# バイオ戦略

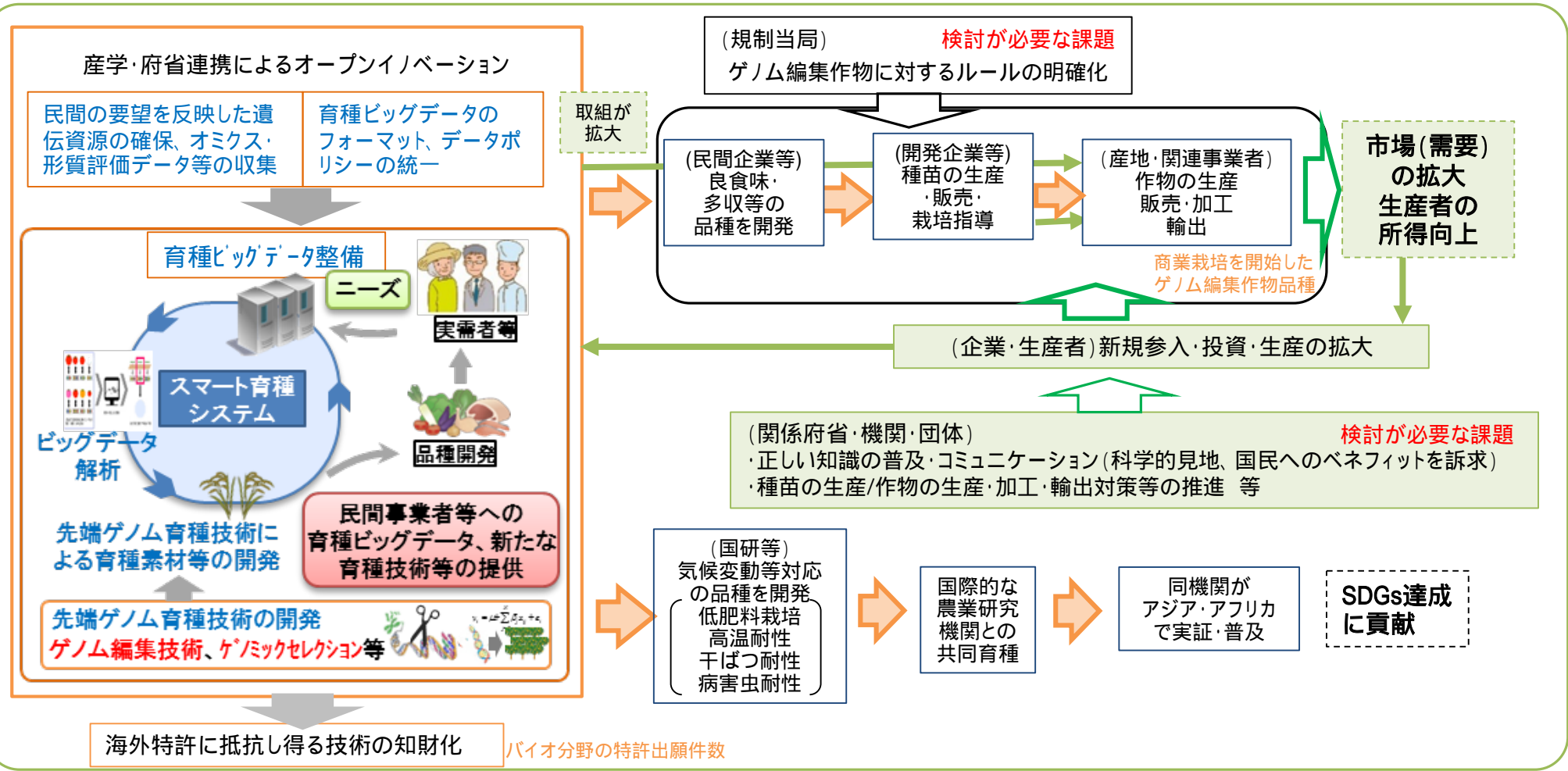
## 目標達成への道筋及び具体的施策（戦略全体：第1レイヤー）

- 仮説) 将来、大幅に拡大する市場の獲得に向け、世界との競争が激しくなっているバイオ産業(農業・工業・健康領域)において、我が国の強みが活かせる重点分野\*で、生物資源、研究成果等DB、データ科学等異分野と融合した研究拠点等の共通基盤が強化され、データを駆使して世界に先駆けた技術(知見)の開発(獲得)・実用化を目指す産学/府省連携のオープンイノベーションが強力に展開
- \*: 農業(スマート育種等)、工業(スマートセルによる有用物質生産/バイオマス)、健康(健康医療戦略の取組/食による健康増進)
- オープンイノベーションと研究開発マネジメント強化により、海外基本特許等に抵抗し得る革新的な技術(知見)が開発(獲得)され、企業への橋渡しが促進
  - バイオベンチャーへの切れ目ない資金提供等の環境、企業が必要とする有用な生物資源・データが整備され、製品・サービスの開発・市場投入が促進
  - 並行してデータ科学など異分野融合人材等の育成について、大学、国研と産業界の関係が強化され、企業等が求める人材育成・定着が促進
  - さらに、世界の動きも踏まえた関係府省等による市場における需要喚起や規制の見直し等を図る政策等が適切に推進され、市場の拡大が加速



# 1. 農業（「スマート育種」による次世代バイオ農業の創出）

世界に先駆けて、育種ビッグデータとゲノム編集・ゲノミックセレクション等の新たな育種技術を活用した「スマート育種システム」が確立。あわせてゲノム編集作物に対するルールも明確化  
 「スマート育種システム」により、ベンチャーを含む民間企業等が市場ニーズ等にマッチした画期的な品種等を開発・実用化。また、ゲノム編集作物に対する国民理解や我が国の優れた農産物の生産・加工・輸出を促進する対策等が推進されることにより、生産の拡大や企業の投資が促進され市場の拡大が加速。さらに、国際的な農業研究機関との協同を通じ食糧問題解決に資する品種を海外に普及し、SDGsに貢献。



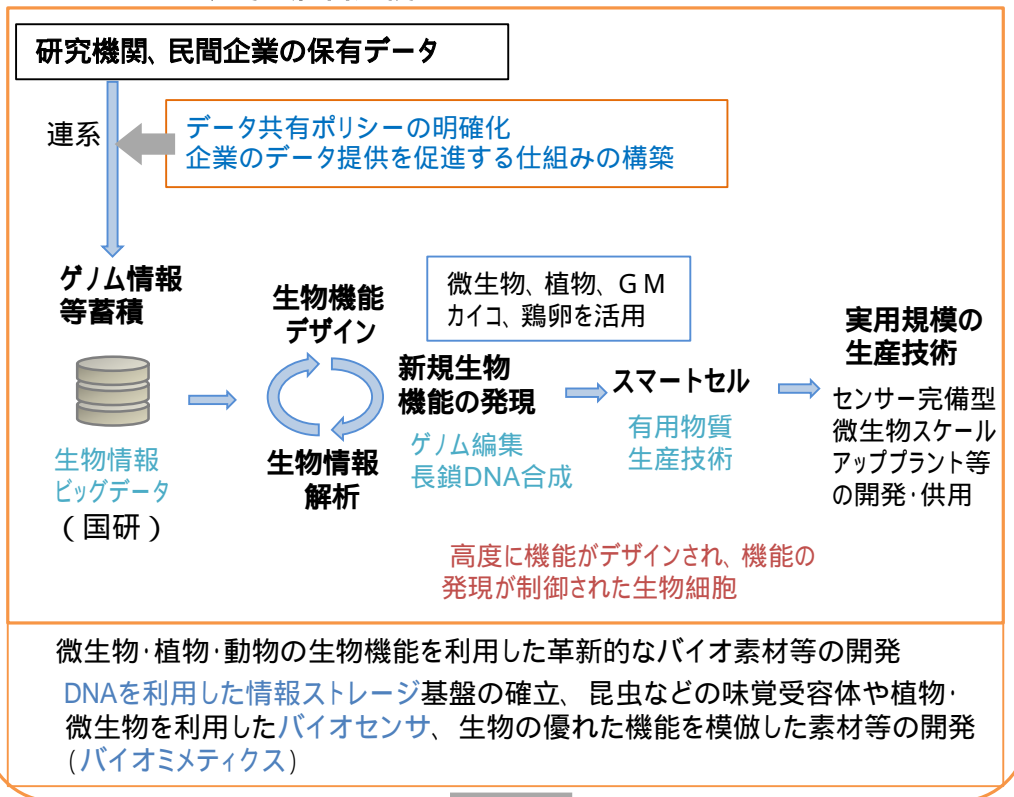
スマート育種に加え、植物 - 微生物共生系の解明による新たな農業資材等の開発・実用化、土壌/環境条件等のセンシングとそのデータ解析により生育環境や生育状況を適切に制御し品質や生産性を高める技術の開発

## 2. 工業(生物機能を活用した新素材・高機能品生産(スマートセルインダストリーの実現))

産業界とも連携した微生物等の生物情報ビッグデータの形成、IT/AI解析、代謝工学、長鎖DNA合成、ゲノム編集等の技術(海外特許に抵抗し得る技術)を駆使し、化学合成が困難な有用化合物等を生物細胞・生物機能を活用して工業生産するための基盤技術が開発・整備。

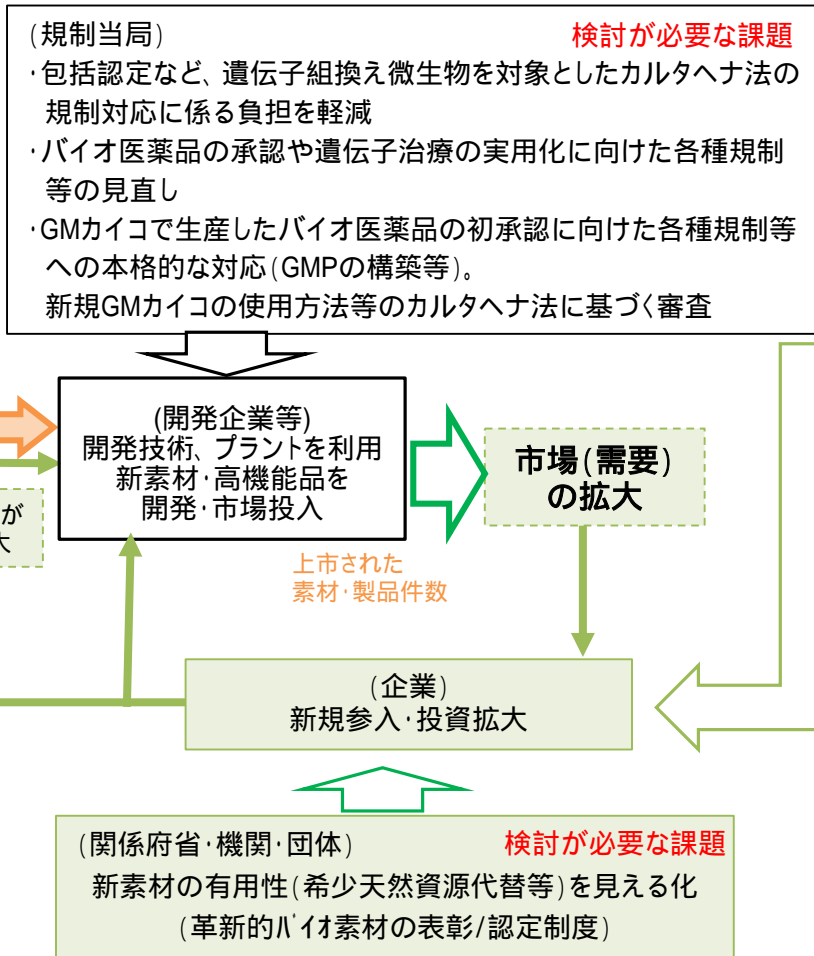
本基盤技術等を活用し、ベンチャーを含む民間企業が市場創出が見込める新素材・高機能品を開発・実用化。さらに、カルタヘナ法の規制対応に係る負担軽減措置や新素材の有用性を見える化する施策等が推進されることにより、企業の投資が促進され市場の拡大が加速。

### 産学・府省連携によるオープンイノベーション



海外特許に対抗し得る技術の知財化

バイオ分野の特許出願件数



# 3 . 工業（地域バイオマス資源活用型素材・製品産業の創出）

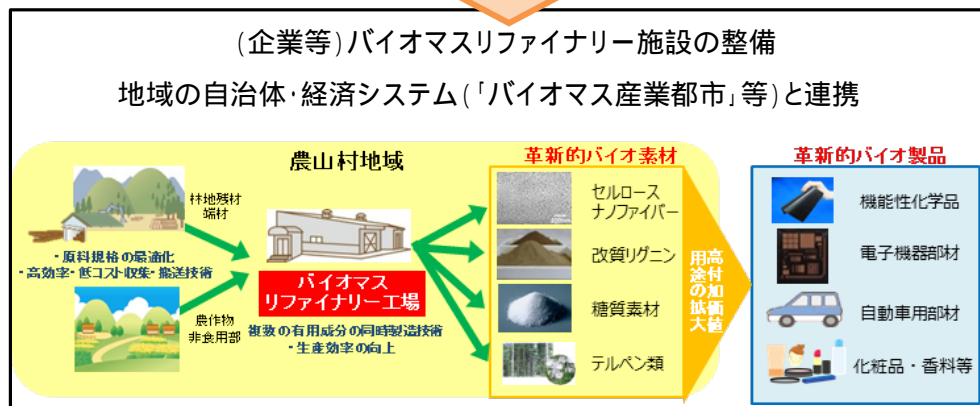
地域の木質・草本バイオマスから複数の有用成分や高品質バイオ素材を一連の工程で抽出・製造する技術が開発。バイオマス資源の効率的収集から、素材生産、革新的バイオ製品生産までのシステムが構築。  
 同システムにより、全国各地にバイオマスリファイナリー施設が稼働、地域に産業・雇用を創出。製造したバイオ素材は各出口産業が石油由来に代替して使用。また、バイオ素材以外のプラスチックバッグに規制等の措置を設けている欧州等の市場にバイオ製品を展開。  
 藻類を利用したエネルギーや化学品の生産、有機性廃棄物等の利用技術が実用化。ベンチャーを含む民間企業が市場に投入。  
 さらに、民間表示制度、表彰・認証制度、政府調達、地域の自治体・経済システムとの連携等が推進されることにより、自治体、企業等の投資が促進され市場の拡大が加速。

## 産学・府省連携によるオープンイノベーション

- ・木質・草本バイオマスから複数の有用成分・高品質バイオ素材を一連の工程で抽出・製造する技術の開発
- ・バイオ素材等から機能性化学品、新規繊維強化材等の開発。テルペン等の微量成分を香料・化粧品等に有効利用する技術の開発
- ・林地残材や枝葉等を低コストかつ効率的に収集・搬出する技術・システム開発、LCA評価手法確立、バイオマスリファイナリー施設候補地の選定

- ・国内バイオマス生産に適した生物種（植物、藻類等）の育種、改変
- ・藻類バイオエネルギー生産・化学品生産技術の高度化・低コスト化、
- ・有機性廃棄物等のバイオマス利用促進

海外特許  
 に対抗し得る  
 技術の知財化  
 バイオ分野の  
 特許出願件数



上市されたバイオマス由来新規製品の件数

(開発企業)  
 バイオエネルギー、化学  
 品を生産・市場投入

市場(需要)  
 の拡大

上市された製品の件数

(自治体・企業等)新規参入・投資の拡大

(関係府省・機関・団体)

民間表示制度、表彰・認証を創設/政府調達を推進/未利用バイオマスを活用した化成品生産に対する支援

検討が必要な課題

# 4. 健康（食による健康増進・世界最高水準の医療の実現）

世界に先駆けて多様でバラツキのある成分を含有する農林水産物・食品の健康維持・増進効果を評価する技術・体制が開発・構築。内因性疾患が主流となる中、食や運動等による健康管理（非医療）による予防・進行抑制が重要となってくる。本技術・体制により、日本食・食品、農林水産物等の健康増進効果に関するエビデンスの獲得が進み、ベンチャーを含む民間企業が個人の健康状態・生活習慣等に応じた食事・食生活を提供・提案するサービスを市場投入。また、健康増進効果に優れた農林水産物・食品を開発・市場投入。国内外で健康への関心が高まる中で、農林水産独自のヒト介入試験プロトコルの承認や食品中の機能性成分の効果をより積極的に消費者に訴求できる制度等が整うことにより、生産の拡大や企業の投資が物促進され市場の拡大が加速。生産者所得が向上。さらに、「健康・医療戦略」による取組とあわせて、健康寿命の延伸などQOLが向上

## 検討が必要な課題

